

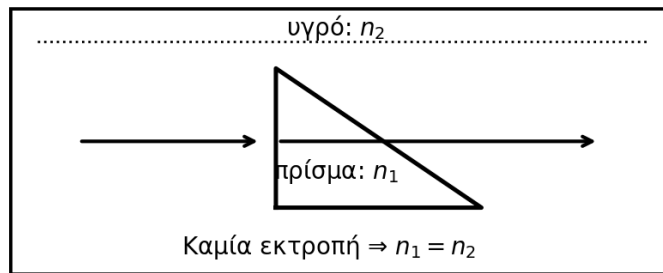
ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ - ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2005

Αναλυτικές λύσεις

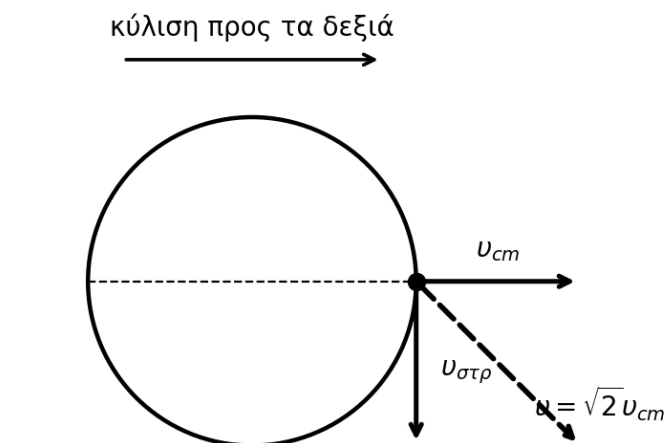
ΘΕΜΑ 1ο

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Ερώτηση	Σωστή απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
1	α	Η σύνθεση δύο ΑΑΤ ίδιας διεύθυνσης δίνει ΑΑΤ σταθερού πλάτους μόνο όταν έχουν ίδια συχνότητα.
2	β	Όταν τα αμορτισέρ φθείρονται, η απόσβεση εξασθενεί· άρα η σταθερά απόσβεσης b μειώνεται.
3	γ	Η ακτίνα δεν εκτρέπεται στο όριο πρίσματος-υγρού, άρα οι δείκτες διάθλασης είναι ίσοι: $n_1 = n_2$.
4	δ	Στα πλευρικά σημεία της περιφέρειας οι ταχύτητες μεταφοράς και περιστροφής είναι κάθετες και ίσες: $u = \sqrt{(u^2_{cm} + u^2_{στρ})} = \sqrt{2} u_{cm}$.



Σχήμα για το Θέμα 1.3: απουσία εκτροπής $\Rightarrow n_1 = n_2$.



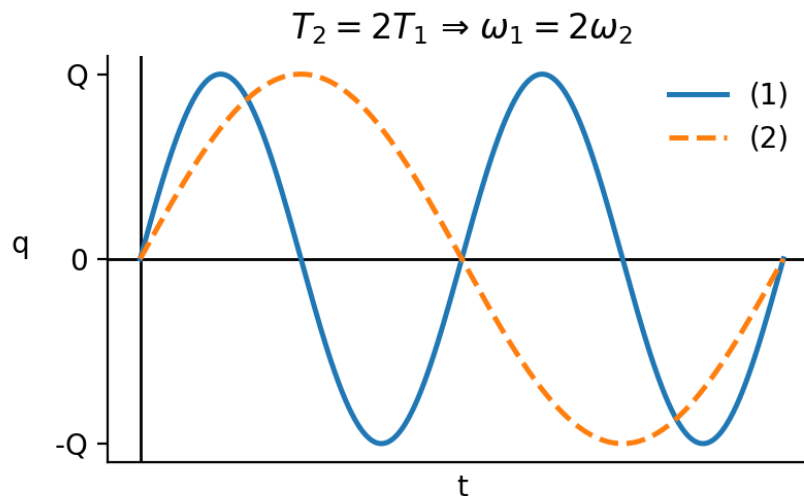
Σχήμα για το Θέμα 1.4: διανυσματική σύνθεση ταχυτήτων στην κύλιση.

Σωστό - Λάθος

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις η συχνότητα είναι η συχνότητα του διεγέρτη, όχι η ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος.
β	Σωστό	Η ταχύτητα διάδοσης μηχανικού κύματος καθορίζεται από τις ιδιότητες του μέσου.
γ	Σωστό	Σε στάσιμο κύμα $y=2A\sin(kx)\eta\mu(\omega t)$, όλα τα σημεία που ταλαντώνονται μηδενίζουν ταυτόχρονα την απομάκρυνσή τους.
δ	Σωστό	Σε ελαστική κάθετη κρούση με ακλόνητο τοίχο, το μέτρο της ταχύτητας διατηρείται και η φορά αντιστρέφεται.
ε	Λάθος	Τα ραδιοκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα και στο κενό διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός.

ΘΕΜΑ 2ο

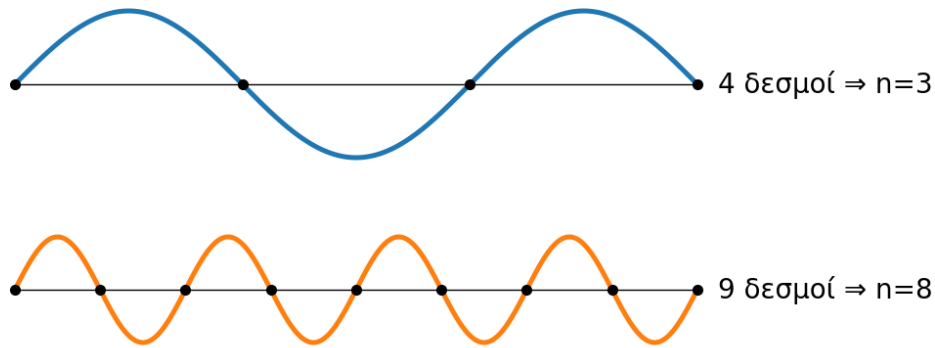
2.1 Κυκλώματα LC



Η μέγιστη ένταση ρεύματος σε κύκλωμα LC είναι $I_{\max} = \omega Q$. Από το διάγραμμα τα δύο φορτία έχουν ίδιο πλάτος Q , ενώ η ταλάντωση (1) έχει μισή περίοδο από την (2): $T_1 = T_2/2$. Άρα $\omega_1 = 2\omega_2$.

Επομένως: $I_1/I_2 = (\omega_1 Q)/(\omega_2 Q) = 2$. Σωστή απάντηση: α.

2.2 Στάσιμα κύματα σε χορδή



Για χορδή με ακλόνητα άκρα ισχύει: $L = n \cdot \lambda / 2$ και $f_n = n \cdot v / (2L)$. Ο αριθμός των δεσμών είναι $n+1$.

Στο πρώτο στάσιμο: 4 δεσμοί $\Rightarrow n_1=3$. Στο δεύτερο στάσιμο: 9 δεσμοί $\Rightarrow n_2=8$.

Άρα $f_2/f_1 = n_2/n_1 = 8/3$, δηλαδή $f_2 = (8/3)f_1$. Σωστή απάντηση: β.

2.3 Μετανάστευση προς τις πολικές ζώνες

Όταν μάζες μετακινούνται προς τον άξονα περιστροφής της Γης, η ροπή αδράνειας I της Γης μειώνεται. Εφόσον δεν υπάρχει αξιόλογη εξωτερική ροπή ως προς τον άξονα περιστροφής, η στροφορμή $L=I\omega$ διατηρείται.

Η κινητική ενέργεια περιστροφής μπορεί να γραφτεί $K = L^2/(2I)$. Αφού το I μειώνεται και το L μένει σταθερό, η K αυξάνεται. Σωστή απάντηση: γ.

2.4 Πλαστική κρούση με τελικό συσσωμάτωμα ακίνητο

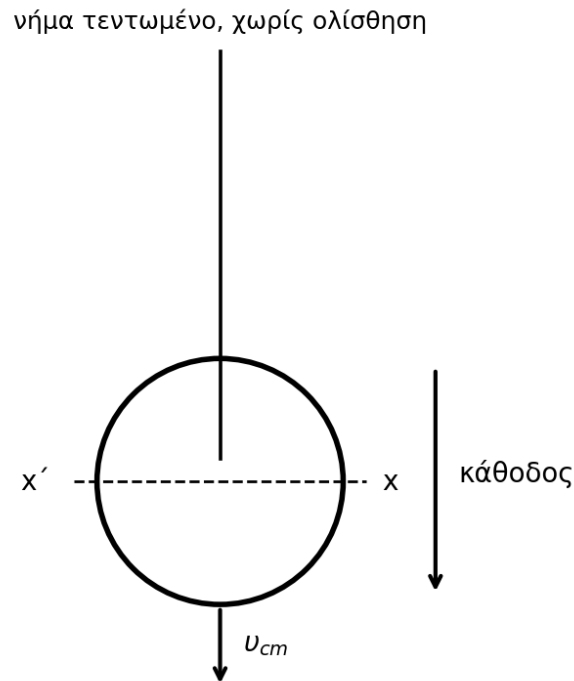
Το σώμα μάζας m έχει κινητική ενέργεια K . Αν το συσσωμάτωμα μετά την πλαστική κρούση είναι ακίνητο, τότε η ολική αρχική ορμή είναι μηδέν. Άρα τα δύο σώματα είχαν αντίθετες ορμές ίσου μέτρου.

Για το σώμα m : $K = p^2/(2m) \Rightarrow p^2 = 2mK$.

Για το σώμα $4m$: $K_2 = p^2/[2 \cdot (4m)] = (2mK)/(8m) = K/4$.

Η τελική κινητική ενέργεια είναι μηδέν, άρα η μηχανική ενέργεια που χάθηκε είναι: $\Delta E = K + K/4 = 5K/4$. Σωστή απάντηση: α.

ΘΕΜΑ 3ο - Γιο-γιο / στερεό σώμα



Δεδομένα: $m=0,12 \text{ kg}$, $R=1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $\ell=20R=0,30 \text{ m}$, $v_{cm}=2 \text{ m/s}$, $g=10 \text{ m/s}^2$. Επειδή το νήμα δεν ολισθαίνει: $v_{cm} = \omega R$.

α. Ροπή αδράνειας κυλίνδρου

Εφαρμόζουμε διατήρηση μηχανικής ενέργειας από την αρχική θέση έως τη στιγμή που έχει ξετυλιχτεί μήκος ℓ :

$$mg\ell = \frac{1}{2}mv_{cm}^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$mg\ell = 0,12 \cdot 10 \cdot 0,30 = 0,36 \text{ J}$$

$$\frac{1}{2}mv_{cm}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,12 \cdot 2^2 = 0,24 \text{ J}$$

Άρα η περιστροφική κινητική ενέργεια είναι $0,36 - 0,24 = 0,12 \text{ J}$.

$$\omega = v_{cm}/R = 2/(1,5 \cdot 10^{-2}) = 133,33 \text{ rad/s}$$

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = 0,12 \Rightarrow I = 2 \cdot 0,12/\omega^2 = 1,35 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

β. Ρυθμός μεταβολής στροφορμής

Η κίνηση του κέντρου μάζας είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Από $v^2 = 2a\ell$:

$$a = v^2/(2\ell) = 4/(0,60) = 20/3 \text{ m/s}^2.$$

Για τη μεταφορική κίνηση: $mg - T = ma \Rightarrow T = m(g-a)$.

$$T = 0,12 \cdot (10 - 20/3) = 0,40 \text{ N}.$$

Η μόνη ροπή ως προς τον άξονα περιστροφής $x'x$ είναι της τάσης του νήματος: $\tau = TR$.

$$|dL/dt| = \tau = 0,40 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}.$$

γ. Στροφορμή μετά την κοπή του νήματος

Τη στιγμή της κοπής: $\omega_0 = v_{cm}/R = 133,33 \text{ rad/s}$.

$$L_0 = I\omega_0 = 1,35 \cdot 10^{-5} \cdot 133,33 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}.$$

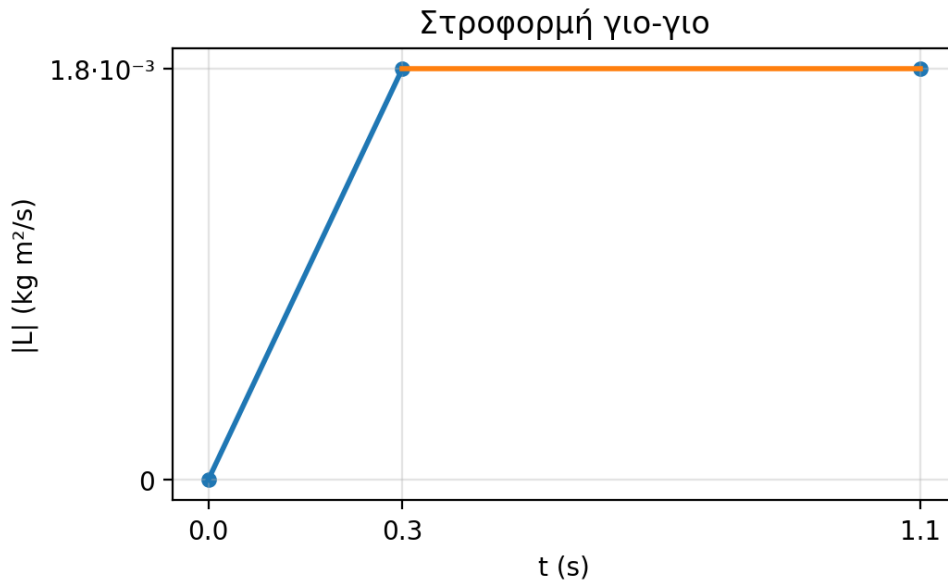
Μετά την κοπή του νήματος, το βάρος διέρχεται από το κέντρο μάζας και δεν ασκεί ροπή ως προς τον άξονα συμμετρίας. Άρα η γωνιακή ταχύτητα και η στροφορμή ως προς τον άξονα περιστροφής παραμένουν σταθερές.

$$\text{Μετά από } 0,8 \text{ s: } |L| = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}.$$

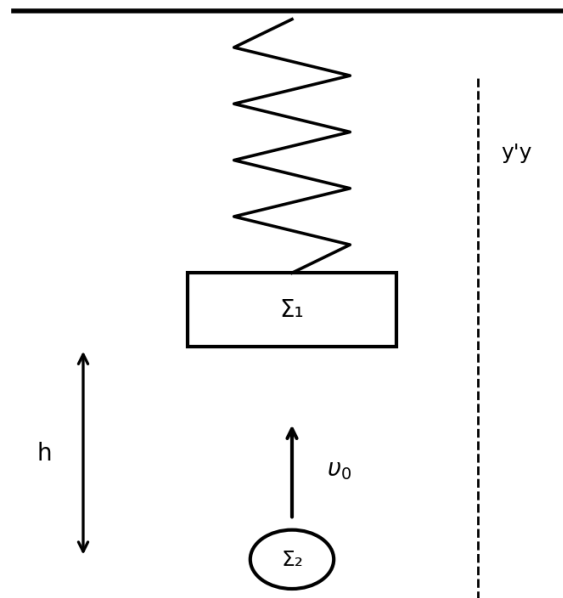
δ. Διάγραμμα $|L|$ - t

Ο χρόνος μέχρι την κοπή είναι $t_1 = v/a = 2/(20/3) = 0,30 \text{ s}$. Μέχρι τότε $|L| = \tau t = 6 \cdot 10^{-3} t$. Από $t=0,30 \text{ s}$ έως $t=1,10 \text{ s}$, η στροφορμή παραμένει σταθερή.

Άρα: $|L|(t) = 6 \cdot 10^{-3} t$ για $0 \leq t \leq 0,30 \text{ s}$ και $|L|(t) = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ για $0,30 \leq t \leq 1,10 \text{ s}$.



ΘΕΜΑ 4ο - Doppler, πλαστική κρούση και ταλάντωση



Δεδομένα: $K=60 \text{ N/m}$, $m_1=17 \text{ kg}$, $m_2=3 \text{ kg}$, $u_0=12 \text{ m/s}$, $h=2,2 \text{ m}$, $f_s=700 \text{ Hz}$, $u_{\chi}=340 \text{ m/s}$, $g=10 \text{ m/s}^2$.

α. Συχνότητα λίγο πριν την κρούση

Το σώμα Σ_2 κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω και λίγο πριν συγκρουστεί με το Σ_1 έχει ταχύτητα:

$$u^2 = u_0^2 - 2gh = 12^2 - 2 \cdot 10 \cdot 2,2 = 144 - 44 = 100 \Rightarrow u = 10 \text{ m/s}.$$

Ο παρατηρητής βρίσκεται κάτω από την πηγή, ενώ η πηγή απομακρύνεται από αυτόν. Για κινούμενη πηγή που απομακρύνεται:

$$f_A = f_s \cdot u_{\chi} / (u_{\chi} + u_s) = 700 \cdot 340 / (340 + 10) = 680 \text{ Hz}.$$

β. Εξίσωση ταλάντωσης μετά την πλαστική κρούση

Η κρούση είναι πλαστική. Από διατήρηση ορμής στην πολύ μικρή διάρκεια της κρούσης:

$$m_2 u = (m_1 + m_2) V \Rightarrow V = 3 \cdot 10 / 20 = 1,5 \text{ m/s} \text{ προς τα πάνω}.$$

Θετική φορά δίνεται η φορά της ταχύτητας μετά την κρούση, δηλαδή προς τα πάνω.

Η αρχική θέση ισορροπίας του Σ_1 είναι σε επιμήκυνση $x_1 = m_1 g / K = 17 \cdot 10 / 60 = 17/6 \text{ m}$.

Η νέα θέση ισορροπίας του συσσωματώματος είναι σε επιμήκυνση $x_2 = (m_1 + m_2) g / K = 20 \cdot 10 / 60 = 10/3 \text{ m}$.

Τη στιγμή της κρούσης το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση x_1 , δηλαδή κατά $x_2 - x_1 = 10/3 - 17/6 = 1/2 \text{ m}$ πάνω από τη νέα Θ.Ι. Με θετική φορά προς τα πάνω: $y_0 = +0,5 \text{ m}$.

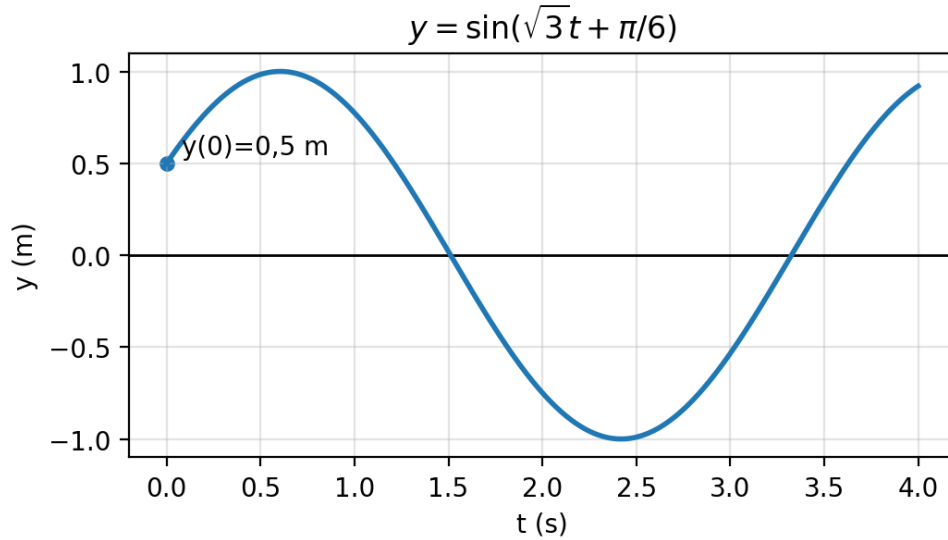
Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι: $\omega = \sqrt{K / (m_1 + m_2)} = \sqrt{60 / 20} = \sqrt{3} \text{ rad/s}$.

Θέτουμε $y = A \sin(\omega t + \phi)$. Τότε: $y(0) = A \sin \phi = 0,5$ και $u(0) = A \omega \cos \phi = 1,5$.

$$A = \sqrt{[y_0]^2 + (V/\omega)^2} = \sqrt{[0,5^2 + (1,5/\sqrt{3})^2]} = \sqrt{(0,25+0,75)}=1 \text{ m.}$$

$$\eta\mu\phi=0,5 \text{ και } \sigma\upsilon\nu\phi=\sqrt{3}/2 \Rightarrow \phi=\pi/6.$$

$$\text{Άρα: } y = \eta\mu(\sqrt{3} t + \pi/6) \text{ (S.I.).}$$



γ. Συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής μετά την κρούση

Μετά την κρούση η σειρήνα κινείται μαζί με το συσσωμάτωμα. Από την εξίσωση $y = \eta\mu(\sqrt{3}t + \pi/6)$:

$$u_s(t) = dy/dt = \sqrt{3} \cdot \sigma\upsilon\nu(\sqrt{3}t + \pi/6).$$

Η θετική ταχύτητα είναι προς τα πάνω, δηλαδή απομάκρυνση από τον παρατηρητή. Με προσημασμένη ταχύτητα πηγής:

$$f_A(t) = f_s \cdot u_{\eta\chi} / [u_{\eta\chi} + u_s(t)]$$

$$f_A(t) = 700 \cdot 340 / [340 + \sqrt{3} \cdot \sigma\upsilon\nu(\sqrt{3}t + \pi/6)] \text{ Hz.}$$

δ. Λόγος μέγιστης προς ελάχιστη συχνότητα

Η συχνότητα γίνεται μέγιστη όταν η πηγή πλησιάζει περισσότερο τον παρατηρητή, δηλαδή όταν $u_s = -\sqrt{3} \text{ m/s}$. Γίνεται ελάχιστη όταν απομακρύνεται περισσότερο, δηλαδή όταν $u_s = +\sqrt{3} \text{ m/s}$.

$$f_{A,\max} = 700 \cdot 340 / (340 - \sqrt{3}) \text{ και } f_{A,\min} = 700 \cdot 340 / (340 + \sqrt{3}).$$

$$\text{Άρα: } f_{A,\max}/f_{A,\min} = (340 + \sqrt{3}) / (340 - \sqrt{3}) \approx 1,010.$$